

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10.3.2004

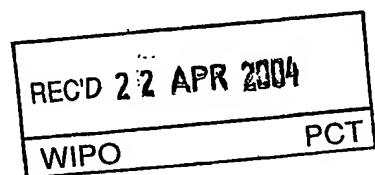
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 6月18日

出願番号 Application Number: 特願2003-173745
[ST. 10/C]: [JP2003-173745]

出願人 Applicant(s): 株式会社村田製作所

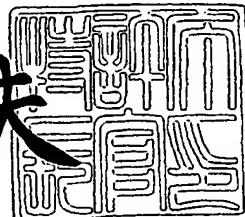


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 20030239
【提出日】 平成15年 6月18日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01P 7/08
【発明者】
【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目26番10号
株式会社村田製作所内
【氏名】 日高 青路
【発明者】
【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目26番10号
株式会社村田製作所内
【氏名】 阿部 真
【特許出願人】
【識別番号】 000006231
【氏名又は名称】 株式会社村田製作所
【代理人】
【識別番号】 100084548
【弁理士】
【氏名又は名称】 小森 久夫
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 013550
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9004875
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 共振器、フィルタおよび通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体層と導体層とを備えた共振器であつて、誘電体層によって一部が互いに絶縁された複数の導体層を備え、前記誘電体層と前記導体層の積層方向にいずれの導体層も形成されていない少なくとも2つの導体開口部をそれぞれ誘導性領域として構成し、前記導体層が前記誘電体層を介して積層方向に重なる部分であり且つ前記誘導性領域同士を接続する部分を容量性領域として構成してなる共振器。

【請求項2】 前記誘電体層と前記導体層の積層体に前記誘導性領域と前記容量性領域とをそれぞれ複数個設けるとともに、誘導性領域同士を容量性領域で接続した組を複数組設けた請求項1に記載の共振器。

【請求項3】 請求項1または2に記載の共振器と、該共振器に結合する信号入出力手段とを備えたフィルタ。

【請求項4】 請求項1もしくは2に記載の共振器または請求項3に記載のフィルタを備えた通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えばマイクロ波帯やミリ波帯における無線通信や電磁波の送受信に利用される共振器、フィルタおよび通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、スロットラインを用いた共振器において、その小型化のためにスロットラインをステップインピーダンス構造にする設計手法が知られている（例えば非特許文献1、非特許文献2参照）。これは、スロットラインの両端付近の幅を広くし中央を細くして、スロットラインの両端付近のインピーダンスを誘導性、中央部のインピーダンスを容量性とし、スロットラインに沿った方向でインピーダンスをステップ状に変化させることによって、同じ共振周波数を得るのに要する

スロットラインの長さを短縮化するものである。

【0003】

ここで、この従来のステップインピーダンス化したスロット共振器の典型的な例を図9に示す。図9の（B）はスロット共振器を構成した基板の上面図、（A）は（B）におけるA-A部分の断面図である。誘電体基板1の表面には導体開口部APa, APb, APCを有する導体膜10を形成している。導体開口部APa, APb, APCは、それら全体によって1つのダンベル型の導体開口部を形成していて、両端の導体開口部APa, APbの幅（この例では円形であるので直径ということもできる。）が相対的に大きく、それに対して中央の導体開口部APcの幅は狭い。そのため、両端部が誘導性、中央部が容量性をもつ。

【0004】

図9（A）の破線はこのスロット共振器の磁力線を概略的に表している。この磁力線によって、この共振器の磁界分布を示している。このようにステップインピーダンス構造のスロット共振器は、両端部の誘導性領域の一方で磁界ベクトルが上向きとなるとき、他方で磁界ベクトルが下向きとなって、全体で磁気双極子のように振る舞う。共振動作により生じる磁界エネルギーの多くは導体開口部APa, APbによる誘導性領域に集中し、電界エネルギーの多くは導体開口部APcによる容量性領域に分布する。このように磁界エネルギーと電界エネルギーの蓄積領域を分離することによって集中定数回路として作用し、スロット共振器の小型化が可能となる。

【0005】

【非特許文献1】

Bharathi Bhat, Shiban K. Koul, "ANALYSIS, DESIGN AND APPLICATIONS OF FIN LINES", pp. 316-317. 発行所ARTECH HOUSE, INC 発行国U.S.A. 発行年1987

【非特許文献2】

小西良弘, "マイクロ波回路の基礎と応用", 総合電子出版社, p. 169.
発行年1990（第1版）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

前記スロット共振器のサイズは共振周波数に反比例するので、共振周波数が比較的低い場合に共振器を小型化するうえで上述のステップインピーダンス化は有効である。また、容量性領域と誘導性領域のインピーダンスのステップ比が大きいほど小型化のために有効である。そこで、図9に示した例では、導体開口部A P cの線路幅を狭くするとともにその線路長を短縮化することになるが、導体膜のパターン形成精度の制限があるので、極端にその線路幅を細くすることはできない。また線路幅の寸法ばらつきによる容量性領域の容量値の変化は線路幅が細くなるほど顕著に現れるので、容量性領域の導体開口部A P cの線路幅を細くする程、所定の共振周波数を高精度に得ることが困難となる。

【0007】

そこで、この発明の目的は、上述の問題を解消して、共振周波数が比較的低い場合でも全体に容易に小型化できるようにした共振器、フィルタおよび通信装置を提供することにある。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

この発明は、誘電体層と導体層とを備えた共振器であって、誘電体層によって一部が互いに絶縁された複数の導体層を備え、誘電体層と導体層の積層方向にいずれの導体層も形成されていない少なくとも2つの導体開口部をそれぞれ誘導性領域として構成し、導体層が誘電体層を介して積層方向に重なる部分であり且つ前記誘導性領域同士を接続する部分を容量性領域として構成したことを特徴としている。

【0009】

このように複数の導体層を誘電体層を介して積層し、その導体層によって導体開口部を形成するとともに、誘電体層を介して導体層が積層方向に重なる部分で容量性領域を構成することによって、限られた面積内に所定容量を生じさせて、小型で且つ共振周波数の精度の高い共振器を得る。

【0010】

また、この発明は、上記誘電体層と導体層の積層体に誘導性領域と容量性領域

とをそれぞれ複数個設けるとともに、誘導性領域同士を容量性領域で接続した組を複数組設けたことを特徴としている。この構造により、上記積層体である単一の基板に複数の共振器を構成するとともに、それらを結合させて複数段の共振器から成る共振器装置を構成する。

【0011】

また、この発明は、上記構成の共振器と、それに結合する信号入出力手段とを備えてフィルタを構成する。この構造により、小型のフィルタを得る。

【0012】

また、この発明は、上記共振器またはフィルタを備えて通信装置を構成する。これにより、上記共振器またはフィルタを設けた高周波回路部での小型化を図り、小型の通信装置を得る。

【0013】

【発明の実施形態】

第1の実施形態に係る共振器について図1を参照して説明する。

図1の(B)は共振器の上面図、(A)は(B)におけるA-A部分の断面図である。また(C)は上面の導体層のパターン、(D)は下層に設けた導体層のパターンをそれぞれ示している。

【0014】

矩形板形状の誘電体基板1の上面には(D)に示すようなパターンの導体層4を形成している。この導体層4を形成した誘電体基板1の上面には全面に誘電体層3を設け、更にその表面に(C)に示すようなパターンの導体層5を形成している。このようにして導体層4、5が誘電体層3を介して厚み方向に積層された構造を成す。導体層4、5が誘電体層3を介して積層された状態で、(B)に示すように導体層4、5および誘電体層3の積層方向に何れの導体層も形成されていない導体開口部が構成される。

【0015】

この例では導体層4のパターンによって形成される導体開口部A P dの半円形状部分S Cと、導体層5のパターンによって形成される導体開口部A P uの半円形状部分S Cとの合成によって、積層方向に何れの導体層も存在しない円形の導

体開口部が生じる。この円形の導体開口部が誘導性領域IAa, IA bを構成している。

また導体層4, 5の積層によって、誘電体層3を介して互いに対向する部分で矩形状の容量性領域CAを構成している。この誘電体層3の厚み方向の間隙は、円形の導体開口部の直径の1/10以下としている。

【0016】

このような構造により、2つの誘導性領域IAa, IA bと、その間を繋ぐ容量性領域CAとでステップインピーダンス構造のスロット共振器として作用する。この例では、容量性領域CAの間隙と導体開口部の直径との比が1:10以上であるため、共振動作により生じる磁界エネルギーの約90%以上が誘導性領域IAa, IA bに分布し、電界エネルギーの約90%以上が容量性領域CAに分布する。

【0017】

図1の(A)における破線は概略的に表した磁力線であり、この形状によって磁界分布を示している。このように両端部の誘導性領域の一方で磁界ベクトルが上向きとなるとき他方で磁界ベクトルが下向きとなって、略180°の点対称で磁界が分布する。電界ベクトルは容量性領域CAの導体層で挟まれた誘電体層で向きを揃えて分布する。

【0018】

容量性領域CAで集中定数的な強い容量が得られる場合、誘導性領域IAa, IA bの周囲には振幅変化の小さな電流が分布して、容量性領域の縁端効果が緩和される。すなわち、図1の(A)に示したように、磁界ベクトルは容量性領域CA取り巻いて分布するが、誘導性領域IAa, IA bを構成する導体開口部の縁に節腹のない電流が流れるので、この電流の影響によって、容量性領域CAを取り巻く磁界の取り巻き方が広がり、その曲率が緩やかになるので縁端効果が緩和される。（縁端効果は磁界の急峻な曲がりによって生じる。）そのため、導体損失が抑えられ、Qoの高い共振器が得られる。

【0019】

図9に示した従来のダンベル型のスロット共振器とは異なり、誘電体層3を厚

み方向に挟んで対向する2つの導体層4、5の対向部分で容量性領域CAを構成しているので、限られた面積内に所定の容量を構成でき、全体に小型化が可能となる。また、容量性領域CAを積層方向から見たとき開放されておらず、誘電体層3を介して厚み方向に導体層4、5の所定部分が対向しているので、全共振空間に対する容量性領域CAの体積比が小さくでき、その分、磁界エネルギーの侵入が低減できる。すなわち、磁界エネルギー=体積×磁界エネルギー密度、の関係が成り立つので、容量性領域の体積が小さい程、磁界エネルギー量は小さくなる。容量性領域に磁界エネルギーが存在すると、それを保持するための実電流が流れ、導体損失を招くことになるので、容量性領域に存在する磁界エネルギーが小さくなるほど導体損失を低減することができる。従って小型で且つ無負荷Q(Q₀)の高い共振器が得られる。

【0020】

なお、図1に示した例では誘電体基板1の四側面および底面に遮蔽電極7を設けるとともに、導体層4、5の周辺部分で遮蔽電極7に導通させている。そのため、上述の共振空間の下半分は遮蔽電極7によって遮蔽される。図1の(A)に示した状態からその上部を導電性のキャップで覆うことによって共振空間の上半分も遮蔽し、上記導電性キャップと遮蔽電極7とによって共振空間の全体を遮蔽するような構造をとってもよい。

また、遮蔽電極7は上述の共振器動作には直接影響を与えないもので、必須ではなく、必要に応じて誘電体基板1に遮蔽電極7を形成しない構造を探ってもよい。

【0021】

図2は第2の実施形態に係る共振器の構成を示す図である。ここで(C)は共振器の上面図、(A)は(C)におけるA-A部分の断面図、(B)は(C)におけるB-B部分の断面図である。また(D)は上層の導電体層5のパターン、(E)は下層の導電体層4のパターンをそれぞれ示している。図1に示した共振器と異なり、この図2の共振器では、導体層4、5の一部を誘電体基板1の上面で層間短絡部Sで導通させている。誘電体層3は層間短絡部S部分には設けていない。このような構造により、遮蔽電極7のみによって導体層4、5を層間短絡

させる場合に比べ、層間短絡部Sによって導体開口部の近傍でより確実に層間短絡させることができる。

【0022】

図3は第3の実施形態に係る共振器の構成を示す図である。(C)は共振器の上面図、(A)は(C)におけるA-A部分の断面図、(B)は(C)におけるB-B部分の断面図である。また(D)は上層の導電体層5のパターン、(E)は下層の導電体層5のパターンをそれぞれ示している。

【0023】

このように、誘電体基板1の上面の所定箇所には導体層6を形成している。その上面には誘電体層3を介して(D)に示すようなパターンの導体層5を形成している。導体層5の導体開口部は、両端を略円形の導体開口部A P a, A P bとし、その間を所定幅のスロット状導体開口部A P cで繋いだダンベル型を成している。上記導体層6はこのスロット状導体開口部A P c付近で且つ誘導性領域となる両端の導体開口部A P a, A P bには対向しない位置に形成している。導体層5と6との間は誘電体層3を介して対向し、(B)に示すようにその間に容量が生じる。この場合、等価回路的に2つの容量が直列に接続された関係となる。そのため、スロット状の開口部A P cの間隙を極端に狭くすることなく必要な容量を確保できる。その結果、第1・第2の実施形態の場合と同様に小型且つQの高い共振器が得られる。また、導体層5と6を交互に複数組積層することによってさらに大きな容量を得ることができる。

【0024】

次に、第4に係る実施形態について図4～図6を基に説明する。

図4の(B)は上部の遮蔽キャップ14を取り除いた状態での上面図、(A)は(B)のA-A部分の断面図である。また(C), (D)は各層に形成した導体層のパターンを示している。

【0025】

(A)に示すように、多層基板12には複数の導体層と誘電体層を交互に積層して成る積層部45を設けている。各層の導体層は(C), (D)に示したように、2種類のパターンからなる導体層4, 5を交互に誘電体層を介して積層して

いる。すなわち、この構造は図1に示した導体層4，5と誘電体層3とから成る積層構造を多層化したものに相当する。各導体層4，5は多層基板12の四側面および底面に形成した遮蔽電極7に導通させている。従って、誘電体層と導体層との積層方向に何れの導体層も形成されていない領域が誘導性領域IAa, IA_bとして作用する。また誘電体層を介して導体層同士が対向する領域が容量性領域CAとして作用する。このように複数の導体層および誘電体層を積層して容量性領域CAを構成することによって容量性領域のサイズを縮小化でき、より小型な共振器が得られる。

【0026】

なお、多層基板12の上部に導電性の遮蔽キャップ14を取り付けることによって遮蔽構造の共振器を構成している。

上記多層基板12は、誘電体セラミックグリーンシートに対する導電性ペーストの印刷によるパターン形成およびそのシートの積層・プレス・焼成といった一連の積層多層基板の製造方法によって製造できる。また、基板上に誘電体層と導体層を順に印刷し、焼成することによって製造する方法を探ることもできる。

【0027】

図5および図6は図4に示した共振器において、各部の寸法パラメータを変化させた時の、共振周波数と導体Qのシミュレーション結果を示している。容量性領域CAの幅をW、導体層の重なる部分の奥行き寸法をG、誘導性領域IAa, IA_bとなる導体開口部の直径（開口径）をDで表す。また多層基板12の横幅をL、縦幅をMで表す。ここで、L=2.4mm、M=1.2mmとする。また多層基板12の厚み寸法を0.5mm、遮蔽キャップ14による上部空間の厚みを0.5mmとする。

【0028】

図5は、W=0.4mmに固定し、D=0.3, 0.4, 0.6mmの3つの条件について、Gを変化させた場合について示している。（A）は横軸にG、縦軸に共振周波数をとっている。（B）は横軸に共振器周波数、縦軸に導体Qをとっている。この導体Qによって導体損失の大きさを表している。

【0029】

図5の(A)に示すように、容量性領域の奥行き寸法Gの増大に伴い容量が増大するため、共振周波数はそれに反比例して低下する。また、開口径Dが大きいほど共振周波数は低くなる。これは開口径Dが大きいほど、その導体開口部を通過する磁束が大きくなつて誘導量が増大するためである。

また、図5の(B)に示すように、開口径Dが大きくなるほど、同じ共振周波数での導体Qが高くなる。

【0030】

図6は容量性領域の幅Wを0.4, 0.5, 0.6mmとした場合について、容量性領域の奥行き寸法Gを変化させた場合について示している。図5の場合と同様に、(A)は横軸にG、縦軸に共振周波数をとり、(B)は横軸に共振器周波数、縦軸に導体Qをとっている。

【0031】

図6の(A)に示すように、容量性領域の奥行き寸法Gの増大に伴つて容量が増大するので、共振周波数はそれに反比例して低下する。容量性領域の幅Wに対する共振周波数の依存性は小さく見える。これは、容量性領域の幅Wの減少による容量値の減少と誘導量の増大がうまくバランスしているためと考えられる。

【0032】

また、図6の(B)に示すように、容量性領域の幅Wに対する導体Qの依存性は顕著ではない。この結果から、容量性領域の幅Wを小さくしても導体損失を増すことはなく共振器を小型化できることがわかる。

【0033】

次に、第5の実施形態としてフィルタの構成例を図7を基に説明する。

図7において、(D)はフィルタの上面図、(A)は(D)におけるA-A部分の断面図である。(E)はフィルタの正面図であり、(B)は(E)におけるB-B部分の断面図である。また(C)は上部の遮蔽キャップ14を取り外した状態での上面図((E)におけるC-C部分の平面図)である。多層基板12には、図4に示した多層基板12の構造と同様に、2種類のパターンからなる複数の導体層を誘電体層を介して交互に積層している。これにより、3つの誘導性領域IAa, IAb, IAcおよびそれらの間を繋ぐ2つの容量性領域CAa, CAbが形成される。

A b を設けている。

【0034】

また、(A) (B) に示すように、多層基板12の上記2つの導体層パターンの積層部分から離れた位置に入出力結合用電極8a, 8bを形成している。これらの入出力結合用電極8a, 8bの一方の端部は多層基板12の側面に形成した遮蔽電極7に導通させていて、他端は入出力端子9a, 9bに導通させている。この構造により、入出力結合用電極8a, 8bと遮蔽電極7とによって結合ループを構成している。

【0035】

2つの誘導性領域IAa, IA bと1つの容量性領域CA aとの組によって1つの(1段の)共振器として作用し、2つの誘導性領域IA b, IA cと1つの容量性領域CA bとの組によってもう1つの(2段目の)共振器として作用する。この2つの共振器の磁界分布は(A)の破線で示すようになり、入出力結合用電極8a, 8bはそれぞれの共振器と磁界結合する。従って、このフィルタは2段の共振器による帯域通過特性を示すフィルタとして作用する。

【0036】

図7に示した例では2段の共振器を構成したが、同様にして3段以上の共振器を単一の基板上に構成してもよい。その際、2つの誘導性領域とその間の容量性領域とによって1つの共振器として作用するので、隣接する共振器を構成する2つの誘導性領域のうち、1つずつ兼用することによって、共振器が順に結合した構造をとることができる。

【0037】

次に、第6の実施形態としてデュプレクサと通信装置の構成を示す。

図8の(A)はデュプレクサのブロック図である。ここで、送信フィルタと受信フィルタは、それぞれ図7に示した構成からなる。送信フィルタTx FILと受信フィルタRx FILの通過帯域は、それぞれの帯域に合わせて設計する。また、送受共用端子としてのアンテナ端子への接続は、送信信号の受信フィルタへの回り込み、および受信信号の送信フィルタへの回り込みを防止するように位相調整する。

【0038】

図8の(B)は、通信装置の構成を示すブロック図である。ここで、デュプレクサDUPとしては(A)に示した構成のものを用いる。回路基板上には、送信回路Tx-CIRと受信回路Rx-CIRを構成していて、デュプレクサDUPの送信信号入力端子に送信回路Tx-CIRが接続され、デュプレクサDUPの受信信号出力端子に受信回路Rx-CIRが接続され、且つアンテナ端子にアンテナANTが接続されるように、上記回路基板上にデュプレクサDUPを実装する。

【0039】**【発明の効果】**

この発明によれば、複数の導体層を誘電体層を介して積層し、その導体層によって導体開口部を形成するとともに、誘電体層を介して導体層が積層方向に重なる部分で容量性領域を構成することによって、限られた面積内に所定容量が生じ、小型で且つ所定共振周波数の共振器が容易に得られる。

【0040】

また、この発明によれば、誘電体層と導体層の積層体に誘導性領域と容量性領域とをそれぞれ複数個設けるとともに、誘導性領域同士を容量性領域で接続した組を複数組設けたことにより、单一の基板に複数の共振器を構成するとともに、それらを結合させて複数段の共振器から成る共振器装置を容易に構成できる。

【0041】

また、この発明によれば、上記のいずれかに記載の構成からなる共振器と、その共振器に結合する信号入出力手段とを備えたことにより、小型で且つ低挿入損失のフィルタ特性が得られる。

【0042】

また、この発明は、上記共振器またはフィルタを備えて通信装置を構成することにより、上記共振器またはフィルタを設けた高周波回路部が小型化でき、小型の通信装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図2】第2の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図3】第3の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図4】第4の実施形態に係る共振器の構成を示す図

【図5】同共振器の各部の寸法をパラメータとして共振周波数と導体Qの変化をシミュレーションした結果を示す図

【図6】同共振器の各部の寸法をパラメータとして共振周波数と導体Qの変化をシミュレーションした結果を示す図

【図7】第5の実施形態に係るフィルタの構成を示す図

【図8】第6の実施形態に係るデュプレクサおよび通信装置の構成を示すブロック図

【図9】従来の共振器の構成を示す図

【符号の説明】

1 - 誘電体基板

3 - 誘電体層

4, 5, 6 - 導体層

7 - 遮蔽電極

8 - 入出力結合用電極

9 - 入出力端子

10 - 導体膜

12 - 多層基板

14 - 遮蔽キャップ

45 - 積層部

AP - 導体開口部

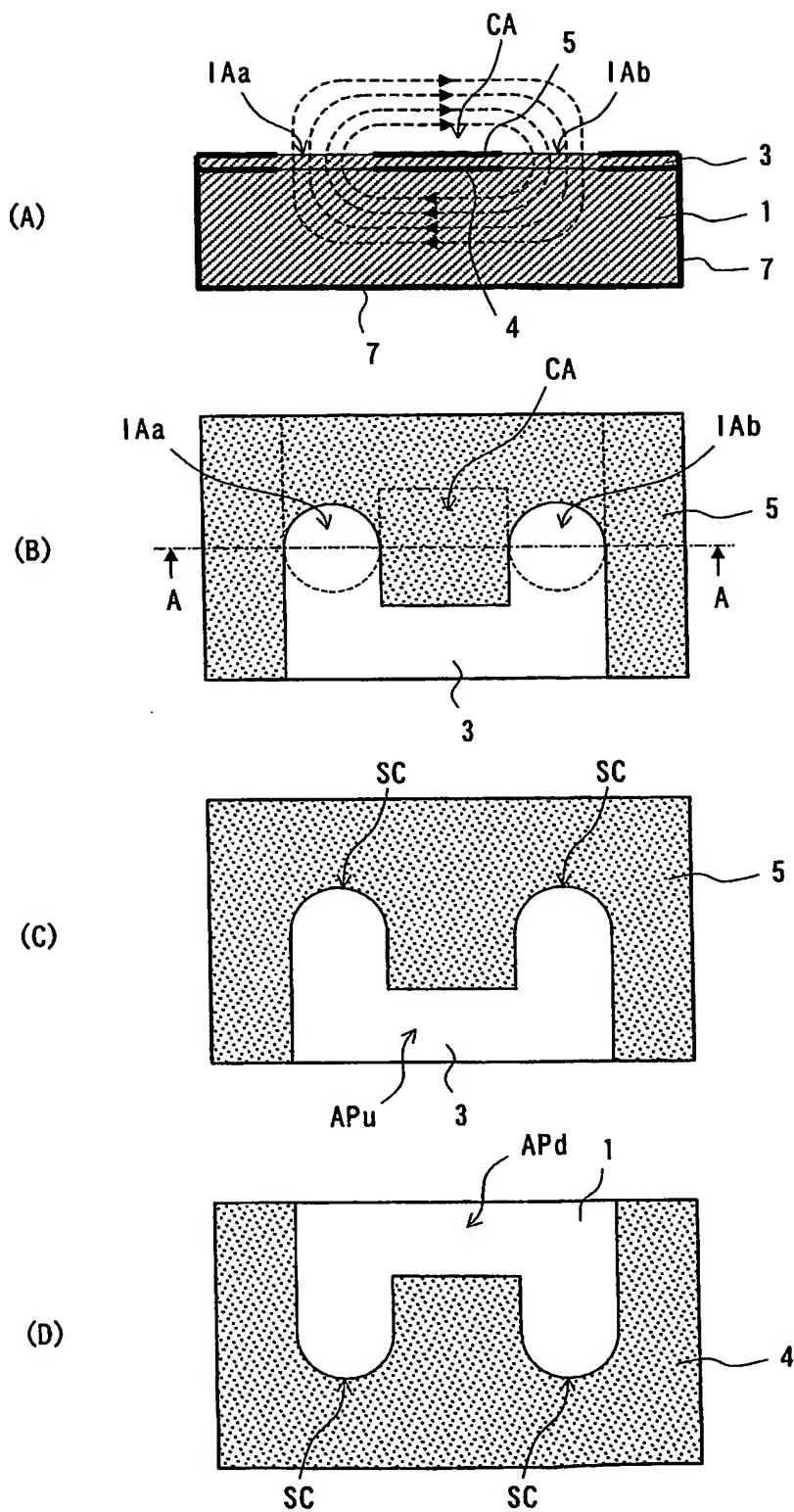
IA - 誘導性領域

CA - 容量性領域

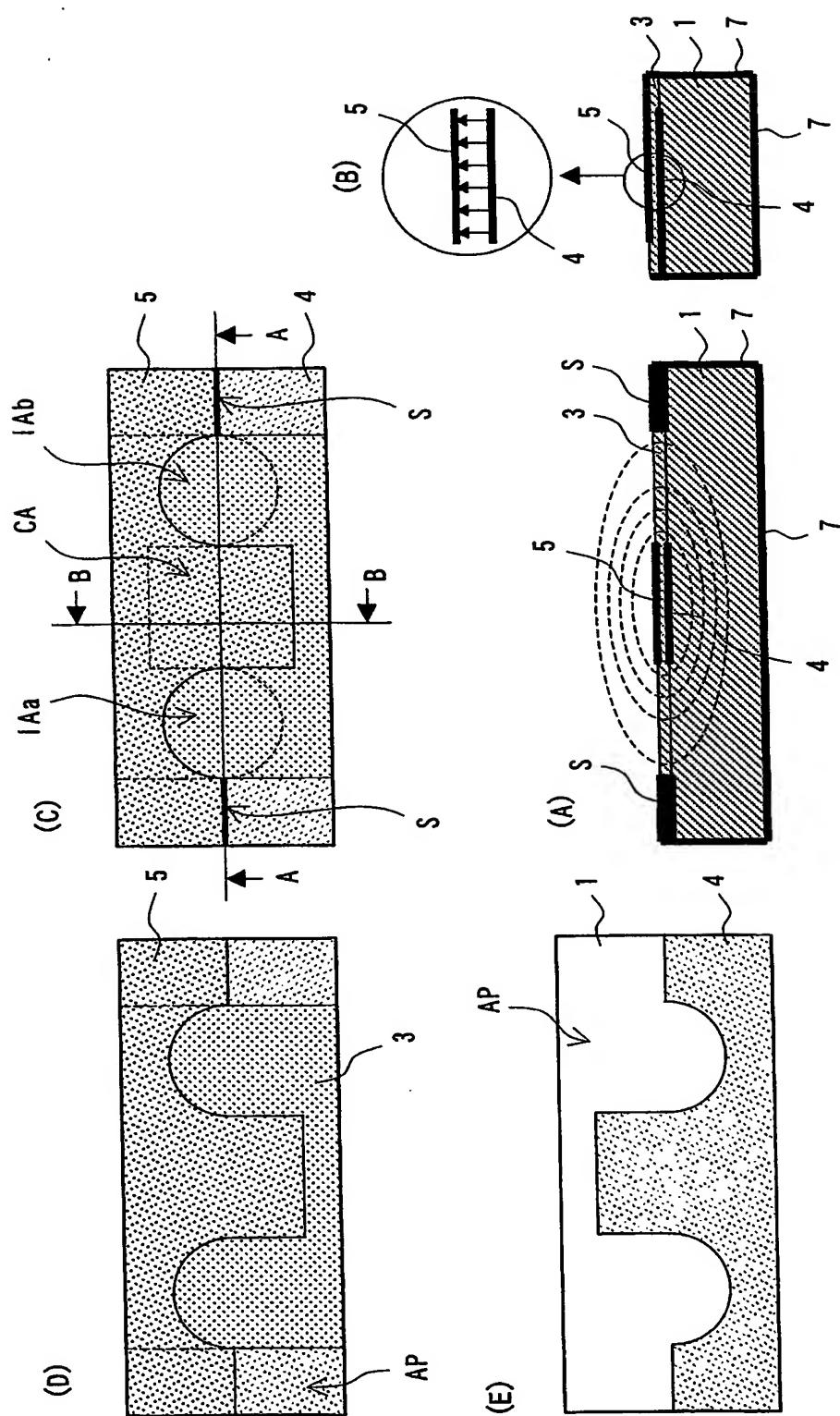
S - 層間短絡部

【書類名】 図面

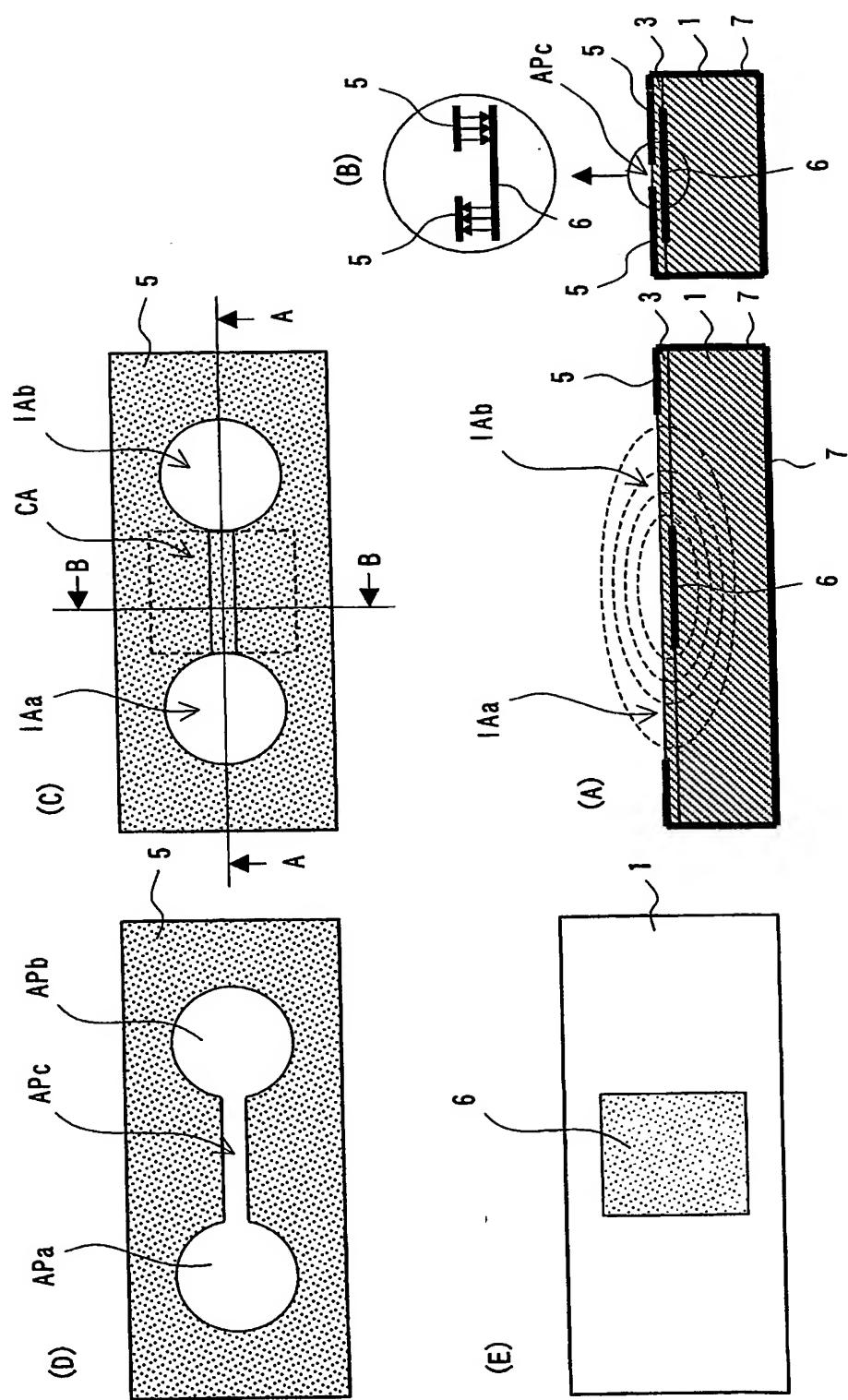
【図1】



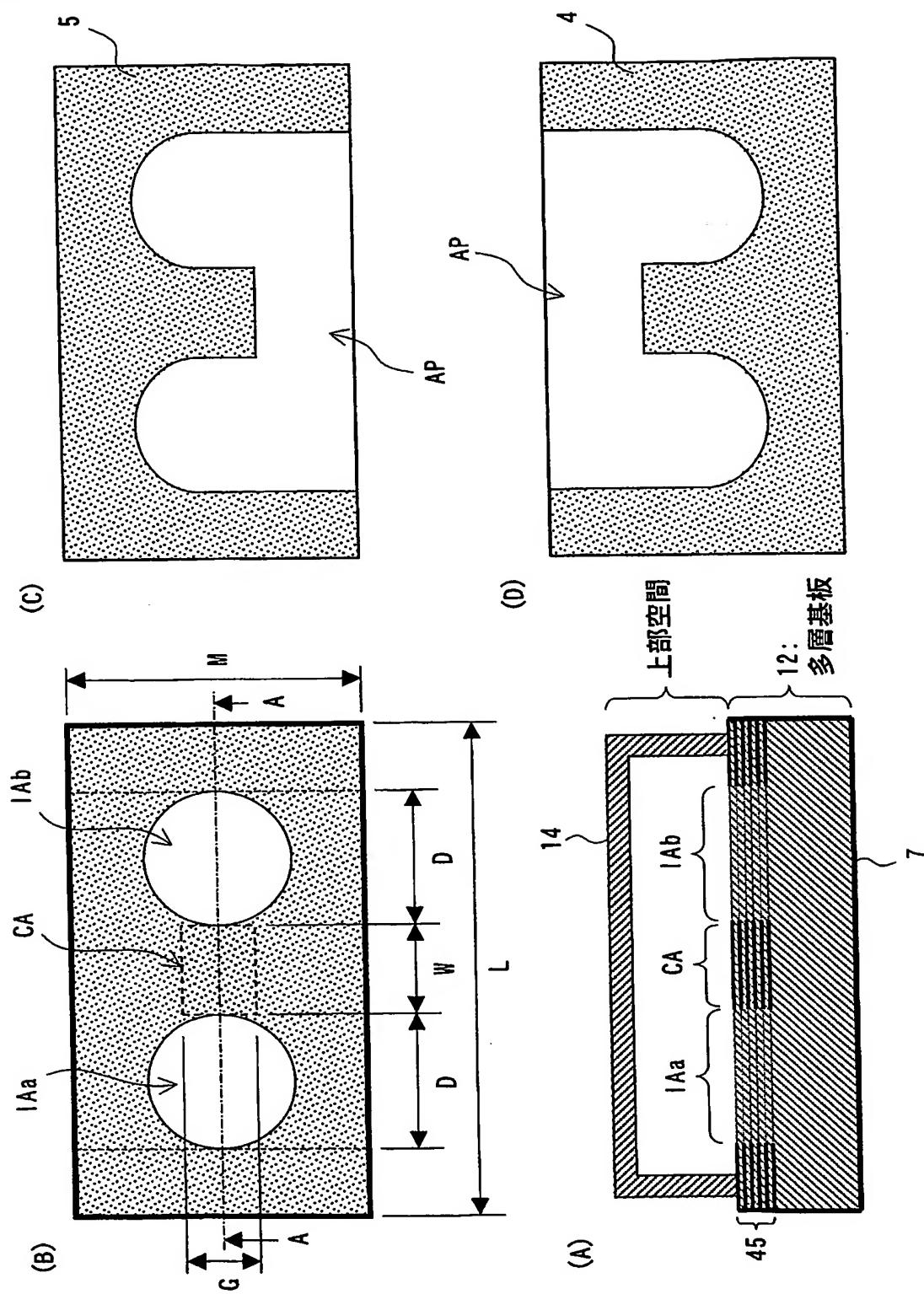
【図2】



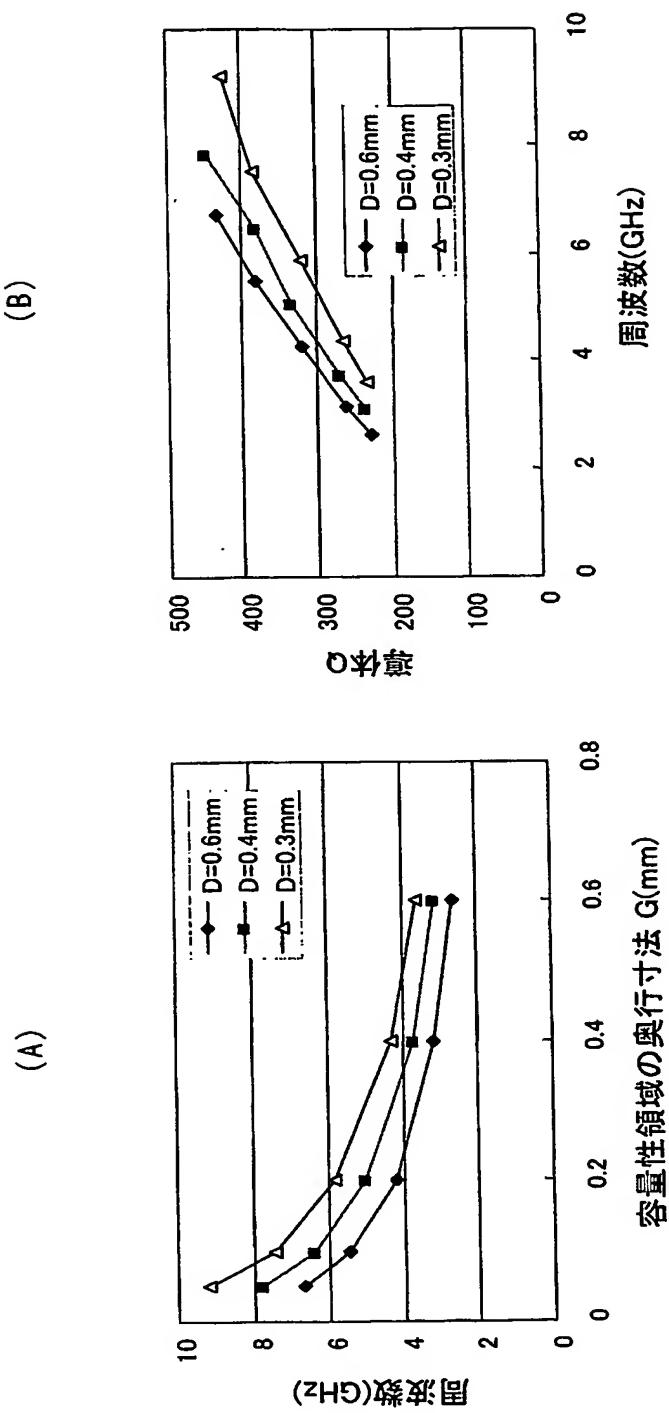
【図3】



【図4】

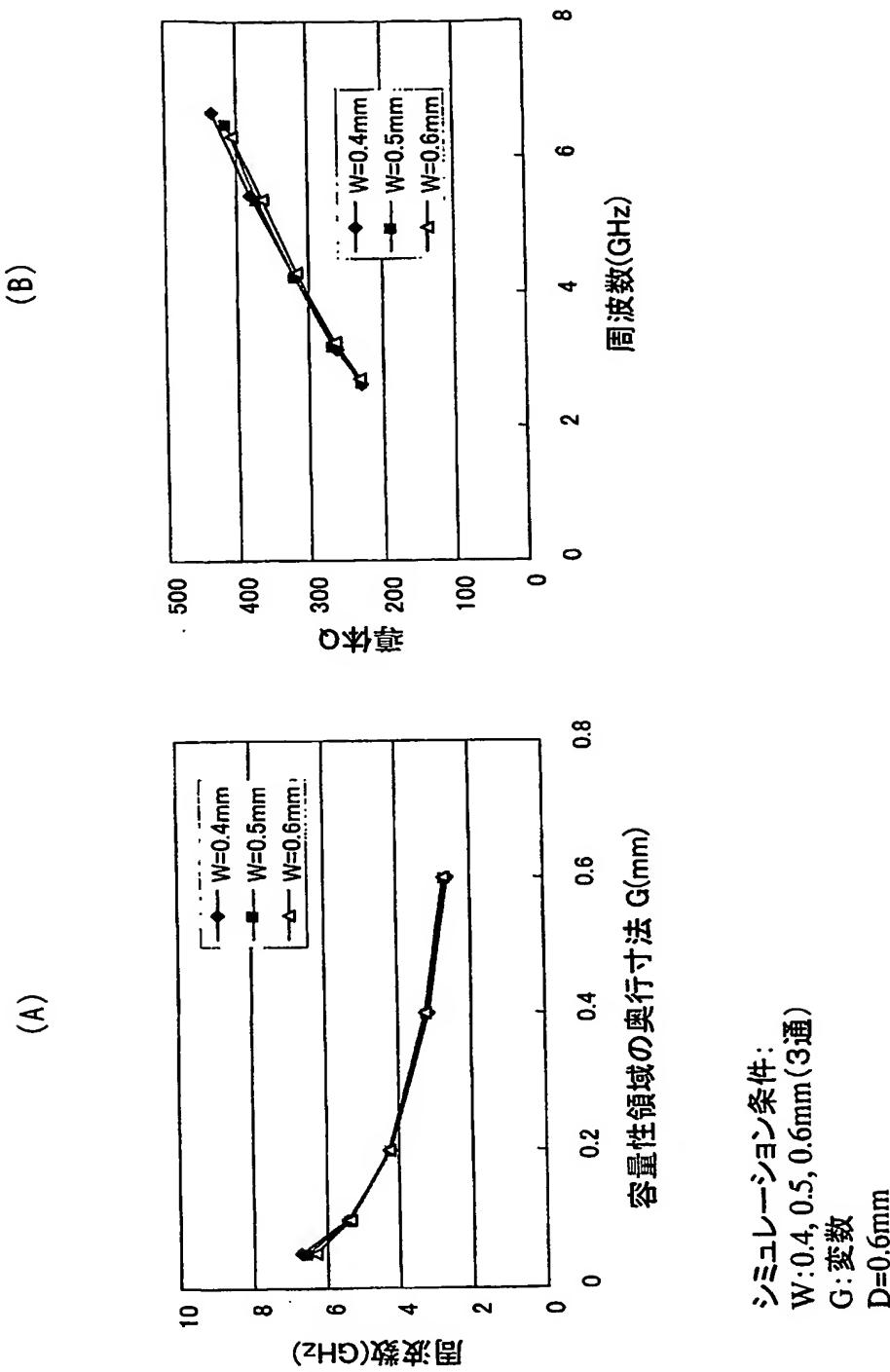


【図5】

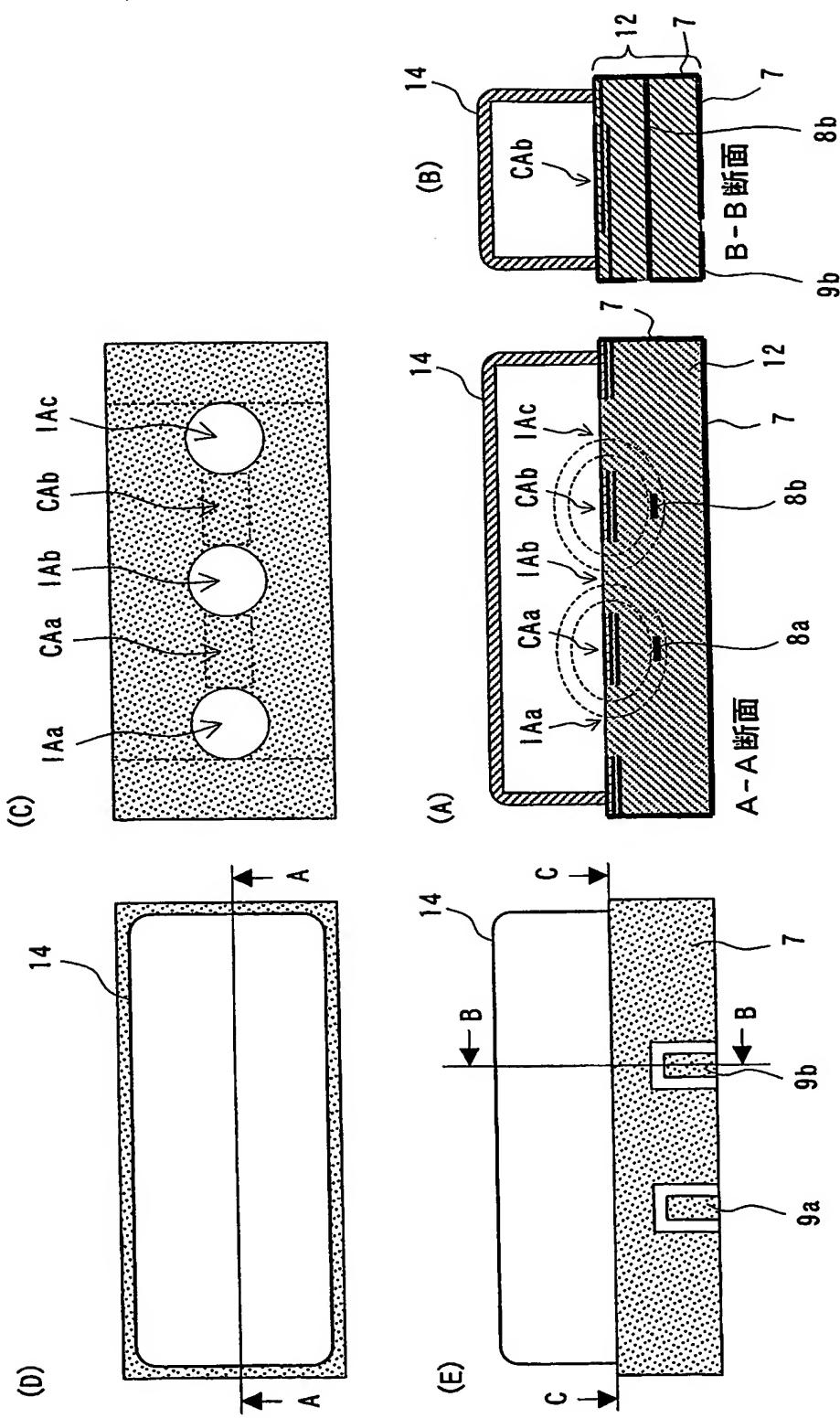


シミュレーション条件：
W=0.4mm
G: 变数
D: 0.3, 0.4, 0.6mm (3通)

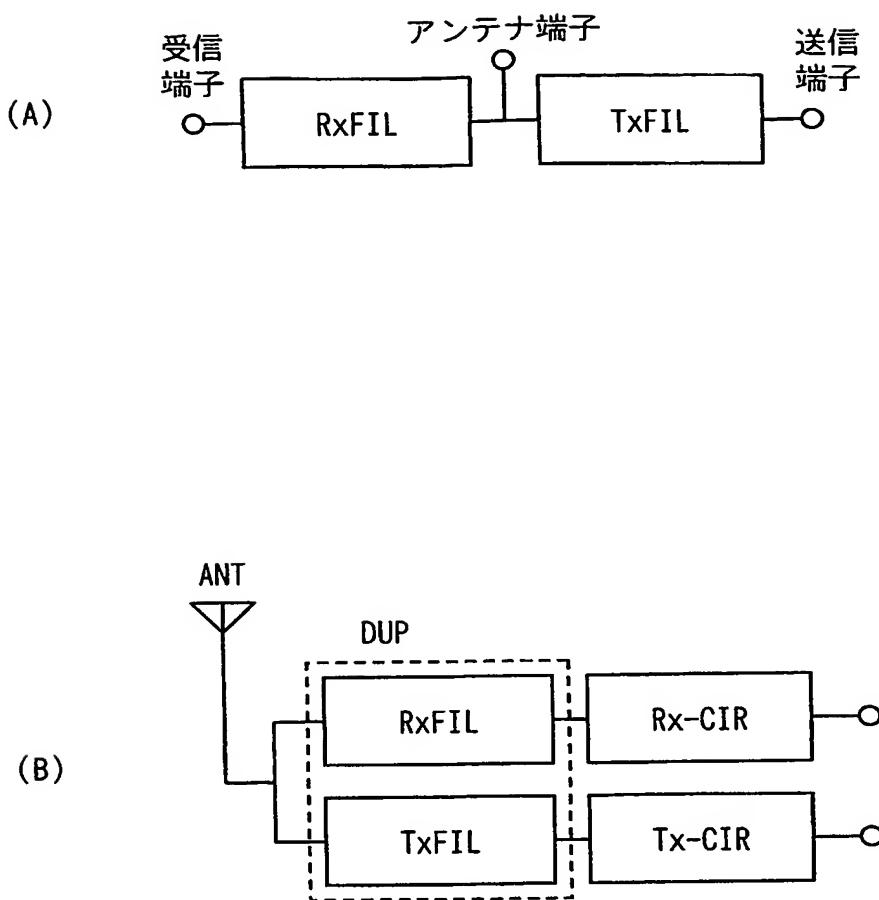
【図 6】



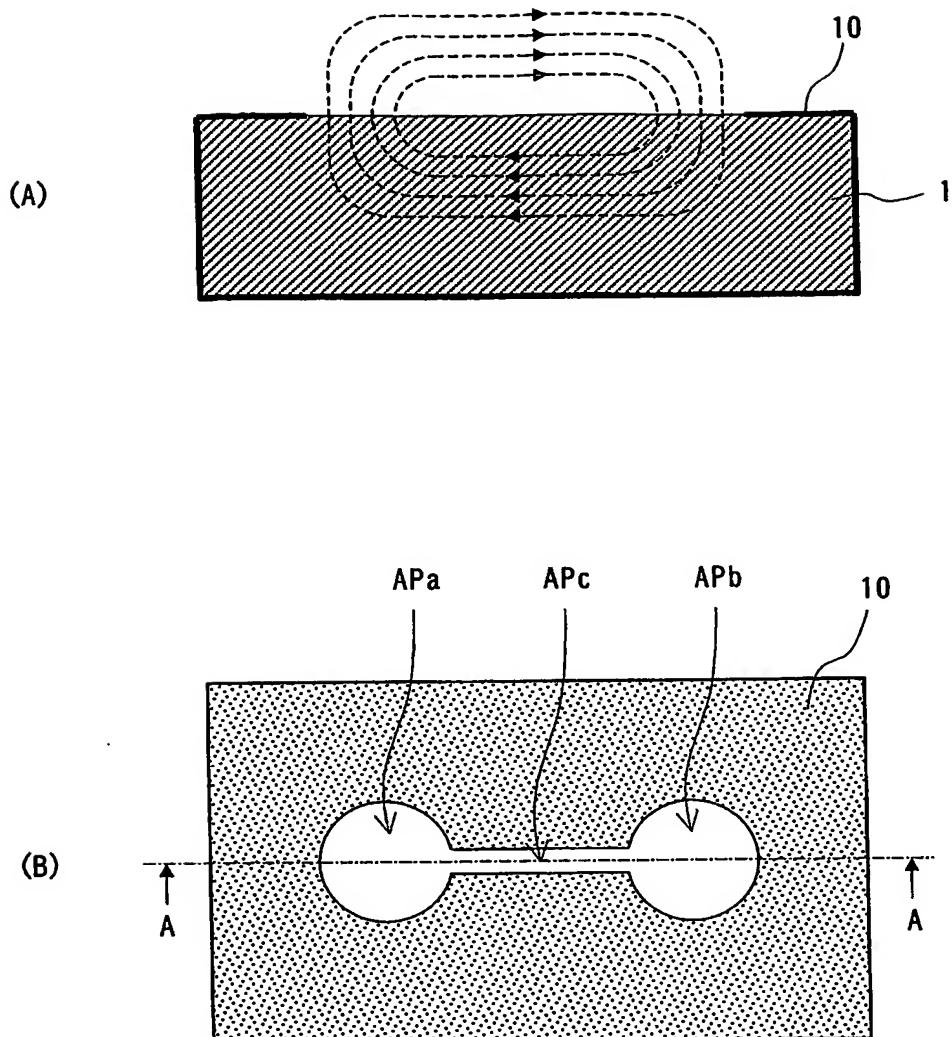
【図7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 共振周波数が比較的低い場合でも全体に容易に小型化できるようにした共振器、フィルタおよび通信装置を提供する。

【解決手段】 誘電体層3によって一部が互いに絶縁された状態で導体層4, 5を積層し、その積層方向に何れの導体層も形成されていない導体開口部を誘導性領域IAa, IA bとして作用させ、誘電体層3を介して互いに対向する導体層4, 5の部分を容量性領域CAとして作用させ、これらによりステップインピーダンス構造のスロット共振器として機能させる。誘導性領域と容量性領域のインピーダンスステップ比が大きくできるので小型の共振器が得られる。また、容量性領域に磁界エネルギーが侵入しにくいので、共振器の導体損失を低減でき、小型でありながらQoの高い共振器が得られる。

【選択図】 図1

特願 2003-173745

出願人履歴情報

識別番号

[000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名 株式会社村田製作所